Przyczynek do morfologii jądra komórkowego nasion kiełkujących

napisał

M. Raciborski.

Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydz. mat.-przyr. z dnia 6. marca 1893 r.; ref. czł. Rostafiński.

Z tablicą II.

Obecny stan wiadomości naszych o jądrach komórkowych w nasionach dojrzewających, spoczywających i kiełkujących przedstawił T. Peters [1]) w swej rozprawie doktorskiej, gdzie jest dołączony spis odpowiedniej literatury.

Badanie jądra komórek w nasionach utrudnione jest znacznie obecnością materyałów zapasowych. Mimo to można za pomocą odpowiednich metod otrzymywać preparaty, wykazujące zupełnie jasno budowę jądra. W ciągu mych poszukiwań posługiwałem się metodami następującemi.

Utrwalałem materyał alkoholem absolutnym, albo też nasyconym alkoholicznym rozczynem sublimatu, albo wreszcie alkoholicznym rozczynem kwasu pikrynowego i sublimatu. Sposoby te dają dobre wyniki,

[1]) T. Peters, Untersuchungen über den Zellkern in den Samen während ihrer Entwicklung, Ruhe und Keimung. 1891.

a pierwszym z nich jako najprostszym, nie wymagającym bowiem mozolnego płukania przed barwieniem, posługiwałem się najczęściej.

Do barwienia używałem prawie wyłącznie barwików mieszanych, czerwono niebieskich. Wyborne kryteryum użyteczności danej mieszaniny mamy w barwieniu się jąderka. Mieszaninę należy tak przyrządzić, by pyreninowa substancya jąderka barwiła się żywo czerwono, wtedy gdy chromatynowe elementy jądra barwią się zielono lub niebiesko. Preparaty przechowywane następnie w glicerynie najlepiej barwić podaną przez E. Strasburgera [1]) mieszaniną zieleni jodowej i fuchsyny; dobre obrazy otrzymywałem także za pomocą mieszanin podanych przez Rosena [2]), t. j. zieleni jodowej w rozczynie wodnym zmieszanej z alkoholowym rozczynem safraniny, wodnego rozczynu błękitu metylenowego i fuchsyny kwaśnej (rubiny) lub wreszcie wodnego rozczynu błękitu metylenowego i rodaminu.

Skrawki z nasion zawierających skrobię należy jednak badać koniecznie w olejkach aromatycznych lub żywicach. Używany w takim razie do odwodniania preparatów alkohol rozpuszcza w sobie fuchsynę lub safraninę, odbarwiając częściowo preparat. Aby uzyskać pięknie dwubarwne preparaty w balsamie kanadyjskim, postępowałem w sposób następujący. Barwiłem preparat najpierw kilka minut w rozczynie wezuwiny lub safraniny wodnej, potem przenosiłem go na pół lub na całą minutę do rozczynu zieleni jodowej i fuchsyny lub błękitu metylenowego i safraniny, odwadniałem możliwie szybko alkoholem absolutnym, alkohol wydalałem xylolem lub olejkiem origanowym, poczem preparat przechowany w xylolowym rozczynie balsamu pokazuje pięknie czerwono zabarwione jąderka.

Mniej dobre wyniki dawał mi sposób następujący. Preparat barwiony rozczynem zieleni jodowej i fuchsyny, odwodniony alkoholem, przenosiłem do olejku origanowego zabarwionego eosyną lub rozpuszczalną w alkoholu safraniną, po kilku zaś minutach przenosiłem do balsamu.

Aby uniknąć sztucznych zmian w budowie jądra, nie posługiwałem się zupełnie środkami silnie działającymi, n. p. stosowanymi przez Koeppena [3]) jak kwaśnym rozczynem pepsyny i pankreatyny lub rozcieńczonym kwasem solnym, ani też wreszcie nie wyświetlałem preparatów, jak Peters (l. c.) za pomocą ługu Javella.

---

[1]) E Strasburger, Das botanische Practicum. str. 603.

[2]) F. Rosen, Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzelle 1892, str. 10. odbitki.

[3]) J. W. Koeppen. Ueber das Verhalten des Zellkerns im ruhenden Samen. Jena 1887.

Badania niniejsze wykonałem w czasie mego krótkiego pobytu w instytucie botanicznym w Bonn. Miło mi przy tej sposobności podziękować dyrektorowi tego instytutu prof. Dr. E. Strasburgerowi, który mnie do tej pracy zachęcił, w jej ciągu bezustannie swych cennych rad udzielał i dostarczył potrzebnych do jej wykonania środków naukowych.

1. Łubin żółty (*Lupinus luteus*).

Jądro komórkowe liścieni nasion łubinu, ściśnięte ziarnami proteinowemi, posiada kształt kulisto wielokątny (Fig. 1), o bokach często nieco wklęsłych i nieznacznie wyciągniętych narożach. Zmiana kształtu jest jednak — w porównaniu do jąder liścieni asymilujących nieznaczna. Preparaty barwione mieszaniną błękitu metylenowego i safraniny wykazują czerwono zabarwione jąderka, w których nie można dostrzedz żadnej budowy, wydają się bowiem całkiem jednorodne. Jąderko otacza naokoło wązka, jasna opona, a leżąca na zewnątrz niej plasma jądra jest jednostajnie niebiesko zabarwiona.

Podczas kiełkowania zmienia jądro swój kształt i budowę. Pęcznieje, powiększa się nieznacznie, zarysy jego zaokrąglają się i wreszcie przybiera normalną postać kulistą lub elipsoidalną (Fig. 2).

Jąderko powiększa się podczas kiełkowania nieznacznie, w jego wnętrzu występuje obecnie jeden lub kilka bardzo drobnych wodniczków, których mimo wszelkich usiłowań nie zdołałem zabarwić.

W plasmie jądra dostrzegamy podczas kiełkowania bardzo wyraźne wyróżnienie, mianowicie barwiący się niebiesko chromatynowy szkielet zanurzony w niebarwiącej się nukleohyaloplasmie. Chromatynowe elementy tworzą sieć wszechstronną, widzialną na przekroju optycznym, przeważnie jako punkta. Oprócz jednak cieniuchnych nitek chromatynowych tworzą się teraz znaczniejsze, izolowane kule chromatyny, tuż pod powierzchnią, pod osłonką jądra umieszczone. Ilość tych kul chromatynowych jest zmienna, bywa ich niekiedy kilkanaście w jednym jądrze, a wielkością prawie dorównywują jąderku, jakkolwiek zwykle są nieco mniejsze. Zauważył te kule Peters (l. c. str. 27) i nazwał je przyjąderkami (Nebennucleolen), wyrażając się o nich w sposób następujący:

„Widok ich przypominał mi bardzo odkryte przez Zimmermanna „w cytoplasmie organów asymilujących „granula“, występujące naj„częściej w pobliżu chromatoforów lub jąder komórkowych. Jednakowe, „a przynajmniej bardzo podobne zachowanie się tych ciałek w obec „barwików pozwala przypuszczać, że są one, jeżeli nie zupełnie równe „jąderkom, to przynajmniej bardzo podobne“.

Kule te barwią się zawsze w barwikach mieszanych czerwono niebieskich niebiesko, zdradzając tem samem, że są złożone z chromatyny i nie mają nic wspólnego z pyreninową substancyą jąderek komórkowych, barwiących się tymi samymi barwikami czerwono. Nawet bez pomocy barwień łatwo jest kule chromatynowe od jąderek odróżnić, ostatnie leżą bowiem zawsze w jądrze, otoczone jasną oponą, niewykazującą żadnych ziarnistości, gdy pierwsze są bezpośrednio zanurzone w ziarnistego wyglądu nucleohyaloplasmie, zapewne trzymając się beleczek lininy.

Tem mniejsze podobieństwo upatrywać można między temi kulkami, a granulami opisanemi przez Zimmermanna [1]).

Te ostatnie są to plasmatyczne utwory, leżące w cytoplasmie i barwiące się barwikami mieszanymi czerwono silniej, niż ta ostatnia.

Kule chromatynowe należą do bardzo pospolitych zjawisk w spoczywających jądrach komórek miękiszowych roślin. Nieco dokładniej opisał je F. Rosen (l. c. str. 5 sq.) w jądrach komórek rostowych „Scilla maritima" i wykazał ich barwikową różnicę od jąderek. Praca Petersa uszła jednak widocznie uwagi p. Rosena, bo nadał on tymże kulom nazwę pseudonukleolów. Pseudonukleole Rosena są więc identyczne z przyjąderkami Petersa. Obie te nazwy były już jednak dawniej użyte w histologii zwierzęcej: przyjąderka przez Flemminga, pseudonucleole przez E. van Benedena. Nie umiem ocenić, o ile wspomniane utwory zwierzęce są identyczne z roślinnymi, nazywam przeto te ostatnie wprost kulami chromatynowemi.

Na tym stopniu rozwoju liścieni łubinu, bezbarwne dotąd chromotofory zamieniają się w ciałka zieleni, liścienie asymilują, a z chwilą rozpoczęcia przyswajania kończy się okres kiełkowania.

2. **Groch siewny** (*Pisum sativum*).

Jądra komórek naskórka i korzonka są bardzo mało zmienione, kulistawe, natomiast jądra miękiszu liścieniowego w nasionach są zawsze mniej lub więcej odkształcone w skutek ucisku nagromadzonych ziarn skrobi. Kształty ich są bardzo rozmaite, często amebowate, rozgałęzione, o odnogach powciskanych między ziarna skrobi. Zamiast opisywać te tak rozmaite kształty, jakie przybiera jądro w spoczywających nasionach grochu, dołączam tu szereg rysunków (Fig. 3, 6, 8), wyko-

---

[1]) A. Zimmermann, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Heft 1. Tübingen 1890, str. 38 sq.

nanych z preparatów leżących w balsamie kanadyjskim, a barwionych zielenią jodową i fuchsyną. Piękne preparaty otrzymywać można, barwiąc skrawki najpierw kanaryną, a dopiero później jakąkolwiek mieszaniną anilinową, czerwono niebieską. Widzimy w nich wtedy jaskrawo czerwone jąderka, niebieską substancyę jądra, blado różową plasmę i pięknie cytrynowe ziarna skrobi.

Stosunkowo wielkie jąderka nie wykazują żadnego wyróżnienia. Są zabarwione jednakowo czerwono, podobnie jak u łubinu, otoczone bezbarwną wązką strefą, oddzielającą je od substancyi jądra. Najczęściej widzimy jedno wielkie jąderko, rzadziej dwa, bardzo rzadko trzy równo wielkie, pospoliciej napotykamy jednak obok jednego lub dwu wielkich jąder, dwa lub nawet trzy bardzo drobne jąderka.

Substancya jądra zabarwiona jednostajnie, nie dozwala odróżnić beleczek, kul chromatynowych, lub sieci lininowej rozpiętej w paralininie. Widzimy wprawdzie często pewne miejsca jądra nieodgraniczone od reszty, zabarwione ciemniej, ale przyczynę tego odkrywamy w niejednakowej grubości nadzwyczaj nieregularnych jąder.

Z początkiem kiełkowania dostrzegamy dwa objawy w jądrach: Tworzenie się wodniczków w jąderkach i występowanie wyróżnionej morfologicznie chromatyny (Fig. 7, 9—12).

Wodniczków występuje w jąderkach zwykle kilka bardzo drobnych, rosną one i zlewają się następnie częściowo lub wszystkie razem, tak że w komórkach liścieni utrwalonych w kilkanaście dni po wysianiu grochu, widzimy zwykle tylko jednę wielką środkową wakuolę. Nie mogłem ich zabarwić, ani metylenowym błękitem, ani działaniem żelazosinku potasu i chlorku żelaza, co przemawia za tem, że nie ma w nich kwasu garbnikowego. Wodniczki jąderkowe komórek starych przedstawiają się jako pęcherzyki o błonce bardzo cienkiej, silnie światło łamiącej, ale słabo chłonącej barwiki. Takie jąderka są w preparatach barwionych trudne do dojrzenia z powodu bardzo nieznacznego zabarwienia i podejrzywam, że obecność wodniczków jąderkowych jest przyczyną, dla czego jąderka niektórych komórek prawie zupełnie się nie barwią [1]).

W substancyi samego jądra dostrzegamy z początkiem kiełkowania, objawiającego się nieznacznem pęcznieniem jądra, wyosabnianie się chromatyny w postaci siateczki żywo chłonącej barwiki niebieskie lub zielone. Na przekroju optycznym widzimy naturalnie zamiast beleczek sieci przeważnie zabarwione punkta, t. j. przekroje beleczek chromaty-

---

[1]) Treub, Quelques recherches sur le rôle du noyau dans la division des cellules végétales 1878.

nowych. W okresach pierwszych rozłożenie chromatyny jest niejednostajne. Podczas gdy w pewnych częściach jądra chromatynowe elementy są już dość od siebie oddalone, w innych miejscach tego samego jądra są one jeszcze bardzo skupione (Fig. 7, 9).

Pęcznienie jądra wpływa na jego kształt zewnętrzny. Ostre i nieregularne wypustki jądra zaczynają się zaokrąglać, jądro zaczyna powracać do mniej więcej kulistego kształtu. W większości komórek nie powraca jednak do pierwotnej postaci. Wypustki jądra o zaokrąglonych konturach, robakowatego kształtu nadają jądrom starych liścieni wykiełkowanych nasion grochu charakterystyczną cechę (Fig. 10—12). Podczas tego pęcznienia zachodzą niekiedy wypadki rozerwania jądra, mianowicie w tych razach gdy miało ono wypustki długie, cienką tylko nitką trzymające się głównej masy jądra (Fig. 7).

Kul chromatynowych w jądrach kiełkujących nasionach grochu takich, jakie opisałem wyżej u łubinu, nie ma.

Jądra bardzo starych liścieni, pozbawionych już przeważnej części skrobi, mają jąderka trudno dostrzegalne, a wreszcie nie mają ich zupełnie. Istota chromatynowa zdaje się nie ulegać resorbcyi, nagromadza się jednak tuż pod osłonką jądra, w którego wnętrzu powstają obecnie, może już jako produkt dezorganizacyi, wielkie wodniczki, nie zawierające materyi chłonących barwiki.

3. **Kukurydza** (*Zea Mays*).

W nasionach kukurydzy jądra samego zarodka różnią się tylko nieznacznie od jąder komórek rostowych. Barwieniem nie możemy jednak wykazać sieci chromatynowej.

Jądra komórek tarczki (scutellum) (Fig. 14) zgniecione ziarnami proteinowemi są zwykle nieregularnie kanciaste, niekiedy o narożach nieco wyciągniętych. Jądra komórek ssących (Saugzellen) są kuliste i bardzo mało zmienione.

Natomiast przedstawiają jądra komórek bielmowych (Fig. 13) wypełnionych skrobią bardzo wybitne zmiany. Substancya tych jąder rozgnieciona i wtłoczona między ziarna skrobi przedstawia się jako sieć wszechstronna o oczach zajętych przez wspomniane ziarna. Nie mogłem dojrzeć w nich śladu jąderek, gdyż całość barwi się mieszanymi błękitno czerwonymi barwikami ciemno niebiesko, jednostajnie.

Podczas kiełkowania jądra komórek zarodka i tarczki nabrzmiewają i przybierają kształt kulistawy (Fig. 18). Jedynie te z jąder tarczki, które były bardziej nieregularnie przekształcone w nasieniu pod-

czas kiełkowania i pęcznienia, zaokrąglają robakowato nieliczne wypustki (Fig. 15—17). W jąderkach pojawiają się drobniuchne wodniczki, chromatynowe beleczki wyosabniają się bardzo pięknie, a oprócz nich pojawiają się zwykle dość liczne kule chromatynowe, leżące zwykle tuż pod osłonką jądra i bardzo intenzywnie chłonące barwiki.

Z postępem kiełkowania wydłużają się komórki ssące, a ich jądra zaokrąglone, nieco mniejsze od jąder komórek tarczki zbliżają się do ich wierzchołka. W nasieniu jądra te leżą przeważnie przy podstawie komórek (od strony tarczki), lub co najwięcej w ich środku. W wykiełkowanych nasionach napotykamy je stale tuż pod ich wierzchołkiem. Według uprzejmie mi udzielonej ustnej informacyj p. G. J. Peirce odbywają taką samą wędrówkę jądra ssawek (haustoryów) kanianki (Cuscuta) w chwili, gdy dosięgną tkanki rośliny opanowanej. Spostrzeżenie to przemawia za rolą czynną jądra komórkowego podczas procesu czerpania pokarmów zapasowych z bielma i zdaje się potwierdzać zdanie G. Haberlandta, że jądro znajduje się w tem miejscu komórki, w którem największa wykonywana bywa praca.

Odkształcone jądra bielma nie ulegają podczas kiełkowania widzialnemu rozwojowi. Nie dostrzegłem w nich jąderek, ani wyróżnienia istoty chromatynowej nawet w tych późnych okresach kiełkowania, gdy skrobia prawie w zupełności znikła z niszczejących komórek.

Pragnę tu zwrócić uwagę na pewną okoliczność przy barwieniu wycinków nasion kukurydzy. Preparat zabarwiony jakąkolwiek czerwono niebieską mieszaniną barwikową wykazuje jądra komórkowe w różnych częściach nie zupełnie jednakowo zabarwione. Najsilniej niebiesko barwią się odkształcone jądra bielma, gdy kolor jąder komórek wierzchołka korzeniowego jest więcej fioletowawy. Czy szczegół ten jest w związku z nadzwyczaj intenzywnem czerwonem zabarwieniem cytoplasmy w niesymetrycznych komórkach wierzchołka korzeniowego nie umiem ocenić, lubo wydaje mi się to prawdopodobne; jądra komórek wierzchołków łodyg rosnących barwią się natomiast tym samym barwikiem silnie niebiesko.

Zestawienie.

Z przytoczonych wyżej obserwacyi wynika:

1. Kształt jąder komórek nasion może być, jakto z dawniejszych badań było wiadome, niekiedy bardzo zmieniony wskutek ucisku materyałów zapasowych. Niektóre bardzo zmienione jądra n. p. komórek bielma kukurydzy nie powracają do pierwotnego kształtu, a nawet nie

wykazują podczas kiełkowania zmian w swej budowie. Inne, również bardzo zmienione jądra, n. p. nieprzyswajających, pod ziemią zostających liścieni grochu ulegają podczas kiełkowania dalszemu rozwojowi, osiągając wreszcie postać kulistą lub jeszcze częściej postać kulistawą z zaokrąglonemi robakowatemi wypustkami. Inne wreszcie, mniej w nasieniu zmienione jądra powracają do kształtu pierwotnego, kulistawego n. p. jądra liścieni asymilujących łubinu.

2. W jądrach komórek nasion spoczywających nie można dostrzedz konturów chromosomów, są one tak jak jądro całe jednostajnie niebiesko lub zielono pod wpływem wspomnianych barwików zabarwione. Wyróżnienie się chromosomów następuje jednak w większości jąder natychmiast podczas kiełkowania nasion i pęcznienia jąder, z wyjątkiem niektórych wypadków n. p. jąder bielma kukurydzy, które tej zdolności już niemają. Nie umiem ocenić, czy chromosomy w tych razach zlewają się z sobą lub tylko zbliżają, tak że odróżnić ich nie umiemy. Przypuszczenie drugie wydaje mi się prawdopodobniejsze, a w takim razie to skupianie się chromosomów byłoby następstwem zmniejszenia się objętości paralininy podczas dojrzewania nasion, ich zaś wyróżnianie następstwem jej pęcznienia podczas kiełkowania nasion. Ta (zapewnie pozornie) jednostajna budowa jąder komórek nasion przypomina plemniki (spermatozoidy) ramienic i rodniowców, w których jądrze E. Strasburger [1]) „nie zdołał przy pomocy najsilniejszych i najlepszych powiększeń, ani pod działaniem odczynników chemicznych dostrzedz wyróżnień wewnętrznych, mogących wskazywać na obecność wyosobnionych chromosomów“.

3. W jąderkach (nucleolus) pojawiają się podczas kiełkowania drobne, zlewające się z sobą wodniczki (wakuole). Wobec zapatrywania, bronionego przez F. Wenta [2]) i de Vriesa z wielkim zapałem, że wodniczki nigdy w plasmie normalnej nowe nie powstają, ale tworzą się przez dzielenie dawniejszych tonoplastów, zapatrywania zwalczanego przez W. Pfeffera [3]), kwestya powstawania wodniczków w jąderkach budzi pewien interes. Że tu możemy mieć do czynienia nie z powstawaniem zupełnie nowych wodniczków, ale z powiększeniem się preegzystujących, świadczy fakt, że w badanych przezemnie jąderkach rozwijających się zarodków lub bielma w Myosurus, Ornithogalum, Hyacin-

[1]) E. Strasburger, Ueber das Verhalten des Pollens etc. 1892 str. 145.

[2]) F. Went, Die Vermehrung der Vakuolen durch Theilung. Prngsch. Jahrbücher Bd. XIX, str. 295.

[3]) W. Pfeffer. Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vakuolen.

thus i t. d. istnieją już wodniczki, więc istnieją one może i w jąderkach nasion, ale przez wyschnięcie tak zmalały, że dostrzedz ich nie można i dopiero podczas pęcznienia komórek, w peryodzie kiełkowania nasion, powiększają się znowu i stają się widoczne[1]).

Na pytanie czy i jaką rolę odgrywają jądra komórkowe podczas kiełkowania nasion odpowiedzieć musimy, że tylko jeden zauważyliśmy przypadek, który zdaje się przemawiać za czynną jego rolą. Jest to mianowicie wędrówka jąder w walcowatych komórkach ssących, oddzielających tarczkę od bielma w nasionach kukurydzy, wędrówka ku wierzchołkowi komórek, wydłużających się podczas kiełkowania. Czy jednak wędrówka ta ma związek z czerpaniem pokarmów zapasowych z bielma, czy może jest w związku jedynie z wydłużaniem się tych komórek, a więc z wzrostem ich błony, oto kwestye, których rozwiązać nie umiem. Natomiast wszystkie inne moje spostrzeżenia dadzą się bardzo dobrze pogodzić z rolą bierną jądra podczas kiełkowania nasion i wytłómaczyć jako następstwo pęcznienia plasmy jądra i jąderka.

Dotknę tu wreszcie ciekawej kwestyi, rzucającej pewne światło na różnicę fizyologiczną plasmy zastojowej w nasionach od plasmy czynnej. Prof. Dr. E. Strasburger zwrócił mą uwagę na swoje spostrzeżenie, że wycinki z nasion barwią się silnie bez poprzedniego utrwalenia plasmy i zachęcił mię do dokładniejszego zbadania tej kwestyi.

Z badań W. Pfeffera[2]) wiemy, że plasma żywa i czynna chłonie nieznaczne ilości pewnych barwików n. p. błękitu metylenowego, fioletu metylowego, bismark-braunu, fuchsyny, cyaniny, safraniny, zieleni metylowej, tropaeoliny 000, kwasu rosolowego, nie chłonie zaś zupełnie barwików innych n. p. nigrozyny, błękitu anilinowego, eosyny, fenolftaleiny, czerwieni kongo lub błękitu metylowego.

D. H. Campbell[3]) wykazał następnie, że nawet żywe i dzielące się jądra komórkowe chłoną nieznaczne ilości mauveiny, dahlii i fioletu anilinowego.

Barwienia te są jednak bardzo słabe i nieznaczne, gdy natomiast plasma utrwalona, martwa, chłonie barwiki w ilości wielkiej i barwi się dlatego bardzo intensywnie.

---

[1]) W ostatnich miesiącach zwrócono baczniejszą uwagę na wodniczki powstające w jąderkach, którym nadano nazwy nukleolów i endonukleolów, nazwy świadczące, że ich autorowie nie zrozumieli natury tych utworów.

[2]) W. Pfeffer. Ueber Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tubingen. Tom 2, str. 179.

[3]) Douglas W. Campbel. The Starning of living Nuclei. Tamże str. 569.

Podobnie, jak plasma utrwalona — zachowuje się plasma zastojowa nasion. Gdy wrzucimy do bardzo rozcieńczonego rozczynu błękitu metylenowego lub fioletu metylowego na równy przeciąg czasu przekrajany liścień grochu, wydobyty z nasienia suchego i z nasienia kiełkującego, uderzy nas różnica ich zabarwienia. Pierwszy będzie bardzo silnie, drugi nieznacznie zabarwiony.

Bardzo pięknie wykazują tę różnicę liścienie grochu wrzucone na krótko do roztworu żelasinku potasowego i po szybkiem wymyciu przeniesione do rozcieńczonego chlorku żelaza. Nasienie barwi się ciemno niebiesko od błękitu pruskiego, kiełkująca roślina znacznie słabiej.

Plasma żywa otrzymuje barwiki za pośrednictwem opony plasmy (Hautschicht), która czerpie w drodze diozmozy pewne ciała i przepuszcza do plasmy. Nasuwa się przypuszczenie, czy silne zabarwienie plasmy nasion nie jest umożliwione zmianą ich opony plasmatycznej tego rodzaju, że ona przepuszcza teraz większe ilości barwików. W każdym razie intenzywność barwienia plasmy, nie może zależeć jedynie od fizycznych własności opony plasmatycznej, zależy ona bowiem zawsze od własności fizycznych lub chemicznych ciała barwionego.

Przyczynę intenzywnego barwienia plasmy utrwalonej i zabitej widzimy zgodnie z Pfefferem (l. c. str. 277) w strąceniu w niej drobniuchnych cząsteczek, pierwotnie w plasmie żywej nieistniejących w stanie stałym. Cząsteczki te nierozpuszczalnych, strąconych ciał proteinowych działają tu tak samo, jak bajce w technice farbierskiej.

Zdaje się bardzo prawdopodobne, że zdolność barwienia się plasmy i jąder nasion spoczywających polega również na istnieniu w nich drobin ciał proteinowych w stanie bardziej stałym aniżeli w plasmie czynnej, może w stanie nierozpuszczalnym. Taka różnica fizyczna (czy chemiczna) cytoplasmy i karyoplasmy w stanie życia utajonego, jakie jest udziałem nasion spoczywających, może być — w części przynajmniej — wynikiem utraty wody, co jak wyżej wspomniałem jest również przyczyną zaniku struktury w budowie jąder i jąderek.

Objaśnienie rysunków.

Rysunki robione są z preparatów barwionych mieszaninami niebiesko czerwonemi, mianowicie mieszaniną zieleni jodowej i fuchsyny, oraz błękitu metylenowego i safraníny. Na wszystkich rysunkach widzimy przeto czerwono zabarwione jąderko, oraz niebiesko lub niebieskawo-zielono zabarwioną substancyę jądra, mianowicie chromoso-

my. Do robienia rysunków użyłem kamery oraz mikroskopu Zeissa, (okular II, objektyw $^1/_{18}$ imersya olejna), przyczem powiększenie rysunków wynosi 750 razy.

chk oznacza chromatynowe kule czyli pseudonukleole.

Fig. 1—2. *Lupinus luteus.*

Fig. 1. Jądro z miękiszu liścieni nasienia spoczywającego.

Fig. 2. Jądro z liścieni wydobywających się na zewnątrz. Niebiesko zabarwione kule (chk) są to kule chromatynowe czyli przyjąderka Petersa = pseudonukleole Rosena.

Fig. 3—12. *Pisum sativum.*

Fig. 3—6, 8. Jądra komórek miękiszowych nasion spoczywających.

Fig. 9. Jądro takichże komórek w pierwszym okresie kiełkowania. Chromosomy wyróżniły się już w karyoplasmie, ale w pewnych miejscach są jeszcze skupione.

Fig. 8. Jądro z tegoż samego okresu, rozerwane na trzy części podczas pęcznienia.

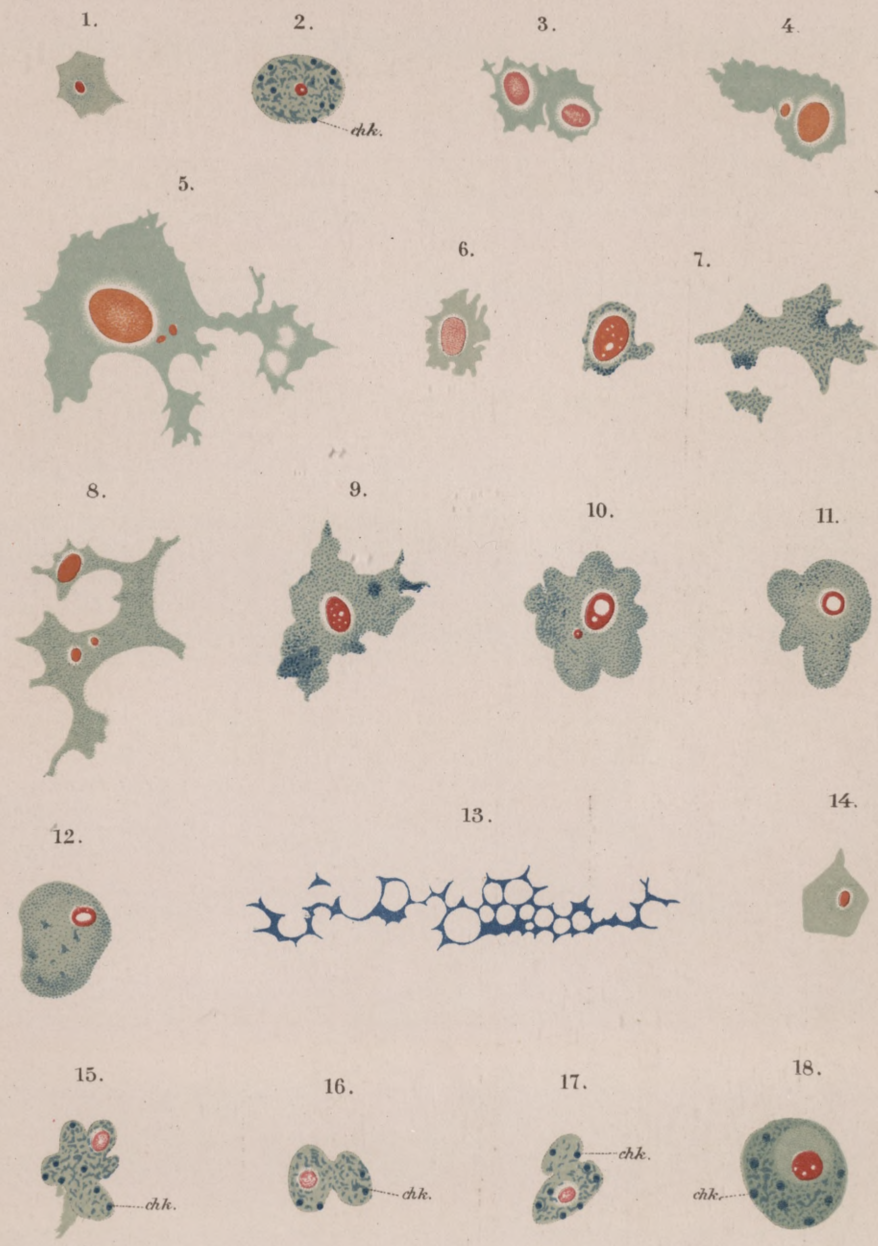
Fig. 10—12. Jądra późniejszych okresów kiełkowania z robakowatemi wypustkami i dużymi wodniczkami w jąderkach.

Fig. 13—18. *Zea Mays.*

Fig. 13. Jądro komórki bielma, wskutek ucisku ziarn skrobi przekształcone w sieć wszechstronną.

Fig. 14. Jądro miękiszu tarczki (scutellum) nasienia spoczywającego.

Fig. 15—18. Jądra takichże komórek w okresie kiełkowania z kulami chromatyny.



Jądra komórkowe nasion spoczywających i kiełkujących.

Rys. z nat. M. Raciborski.

Lit. W. Główczewski w Warszawie.